

## AFM CANTILEVER

**Publication number:** JP9304410 (A)

**Publication date:** 1997-11-28

**Inventor(s):** TAKAYAMA MICHIO

**Applicant(s):** OLYMPUS OPTICAL CO

**Classification:**

- **international:** **G01B21/30; G01N13/16; G01N37/00; G01B21/30; G01N13/10; G01N37/00;** (IPC1-7): G01N37/00; G01B21/30

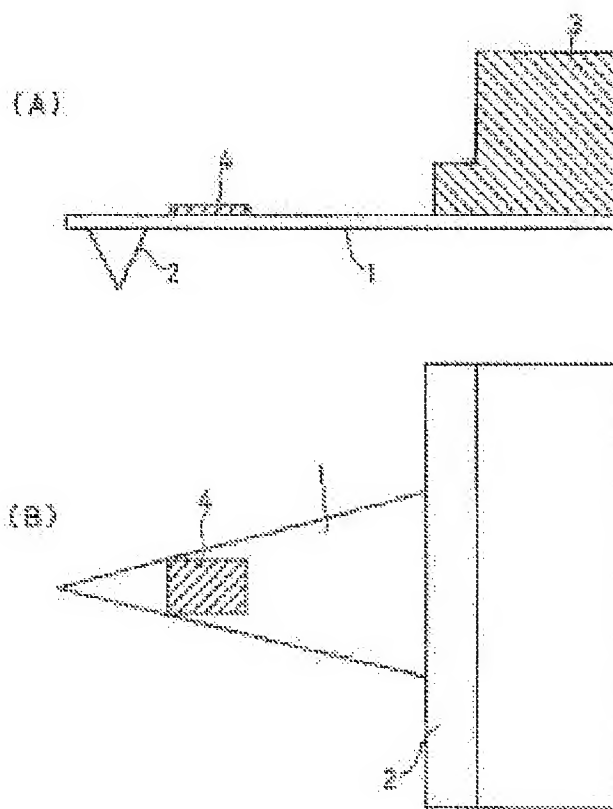
- **European:**

**Application number:** JP19960147811 19960520

**Priority number(s):** JP19960147811 19960520

### Abstract of JP 9304410 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the stability of product and the stability of AFM measurement by eliminating warping of a cantilever part caused by change in thickness during the formation of a light reflection film, and thermal change during the measurement in an AFM cantilever having the light reflection film formed on the rear of the cantilever part. **SOLUTION:** Near the free end of a cantilever part 1 made of silicon nitride, a probe part 2 made of the same silicon nitride is provided while a support part 3 made of glass is provided at the base part of the cantilever part 1 and a light reflection film 4 comprising a multi-layer film having gold laminated on chromium is locally formed on the rear of the side opposite to the direction in which the tip of a probe part 2 extends near the free end of the cantilever part 1 to form an AFM cantilever.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-304410

(43)公開日 平成9年(1997)11月28日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 37/00			G 0 1 N 37/00	G
G 0 1 B 21/30			G 0 1 B 21/30	Z

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-147811

(22)出願日 平成8年(1996)5月20日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 高山 美知雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

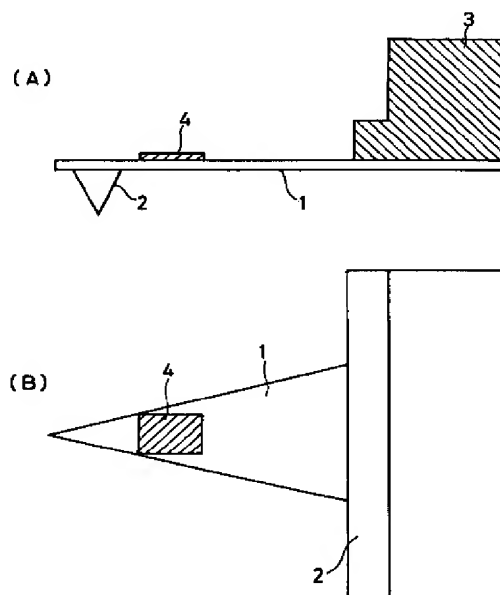
(74)代理人 弁理士 最上 健治

(54)【発明の名称】 A F Mカンチレバー

(57)【要約】

【課題】 光反射膜をカンチレバー部の背面に形成したA F Mカンチレバーにおいて、光反射膜成膜時の膜厚変動や測定中の熱変動によるカンチレバー部の反りをなくし、製品安定性やA F M測定安定性を向上させる。

【解決手段】 窒化シリコンで形成されたカンチレバー部1の自由端近傍に同じく窒化シリコンで形成された探針部2を設け、且つカンチレバー部1の基部にガラス製の支持部3を設けると共に、カンチレバー部1の自由端近傍において探針部2の先端の延びる方向とは反対側の背面上に、クロム上に金を積層した多層膜からなる光反射膜4を局部的に形成して、A F Mカンチレバーを構成する。



1 : カンチレバー部  
2 : 探針部  
3 : 支持部  
4 : 光反射膜

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 支持部より伸びたカンチレバー部の自由端近傍に探針部を備えると共に、該カンチレバー部の自由端近傍に光反射膜を局所的に形成したことを特徴とするAFMカンチレバー。

【請求項2】 前記局所的に形成される光反射膜は、前記カンチレバー部の自由端近傍に設けられている前記探針部の底部裏面を覆うように設けられていることを特徴とする請求項1記載のAFMカンチレバー。

【請求項3】 前記カンチレバー部の自由端近傍に磁性体膜を局所的に形成し、該磁性体膜を覆うように前記光反射膜が形成されていることを特徴とする請求項1記載のAFMカンチレバー。

【請求項4】 前記光反射膜は、リフトオフ法により形成されたクロム上に金を積層した積層膜で構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のAFMカンチレバー。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、原子間力顕微鏡（AFM；Atomic Force Microscope）に用いるAFMカンチレバーに関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、導電性試料を原子サイズオーダーの分解能で観察できる装置として走査トンネル顕微鏡（STM；Scanning Tunneling Microscope）がBinnigとRohrerらにより発明されてから、原子オーダーの表面凹凸を観察できる顕微鏡として各方面での利用が進んでいる。しかしSTMでは、観察できる試料は導電性のものに限られている。

【0003】そこで、STMにおけるサーボ技術を始めとする要素技術を利用しながら、STMでは測定し難かった絶縁性の試料を原子サイズオーダーの精度で観察することのできる顕微鏡として、原子間力顕微鏡（AFM）が提案された。このAFMは、例えば特開昭62-130302号（IBM、G. ビニッヒ、サンプル表面の像を形成する方法及び装置）に開示されている。

【0004】AFMの構造はSTMに類似しており、走査型プローブ顕微鏡の一つとして位置づけられる。AFMでは、自由端に鋭い突起部分（探針部）を持つ片持ち梁（カンチレバー）を、試料に対向して近接させ、探針部の先端の原子と試料原子との間に働く相互作用力により変位する片持ち梁の動きを、電気的あるいは光学的にとらえて測定しつつ、試料をXY方向に走査し、片持ち梁の探針部との位置関係を相対的に変化させることによって、試料の凹凸情報などを原子サイズオーダーで三次元的にとらえることができるようになっている。

【0005】このような構成のAFM等の走査型プローブ顕微鏡用のカンチレバーチップとしては、T. R. Albrechtらが半導体IC製造プロセスを応用して作製す

ることのできる酸化シリコン膜製のカンチレバーを提案して以来〔Thomas R. Albrecht and Calvin F. Quate: Atomic resolution imaging of a nonconductor Atomforce Microscopy J. Appl. Phy. 62(1987)2599〕、ミクロンオーダーの高精度で優れた再現性をもって作製することが可能になっている。また、このようなカンチレバーチップは、バッチプロセスによって作製することができ、低コスト化が実現されている。したがって、現在では、半導体IC製造プロセスを応用して作製されるカンチレバーチップが主流となっている。

【0006】次に、上記のようなIC製造プロセスを応用した、一般に多用されているカンチレバーの製造方法を、図7の（A）～（E）に基づいて説明する。まず、図7の（A）に示すように、面方位（100）のシリコン基板101上に窒化シリコン膜パターン102を形成する。次に、この窒化シリコン膜パターン102を耐エッチングマスクとして、シリコン基板101に対しKOH等を用いた湿式異方性エッチングを施すことにより、図7の（B）に示すように、該シリコン基板101にカンチレバーの探針部の型となる四角錐状のレプリカ穴103を形成する。この後、一旦窒化シリコン膜パターン102を除去し、シリコン基板101上に新たにカンチレバー部の母材料となる窒化シリコン膜を堆積し、更に、この窒化シリコン膜をカンチレバー部の形状に選択エッチングすることにより、図7の（C）に示すように、先端に探針部104を一体的に形成したカンチレバー部105を形成する。次いで、図7の（D）に示すように、該カンチレバー部105上の所定領域にパイレックスガラスからなるカンチレバーの支持部106を陽極接合する。続いて、シリコン基板101をエッチング除去して、図7の（E）に示すように、探針部104、カンチレバー部105、支持部106からなるカンチレバーを形成し、最後に探針部104の先端の延びる方向とは反対側のカンチレバー部105の表面（カンチレバー部背面）全面に、例えば金とクロムの多層膜からなる光反射膜107を蒸着形成することにより、AFMカンチレバー100を得る。

【0007】次に、一般的なAFM装置の概略構成を図8に基づいて説明する。図8において、201はカンチレバーで、該カンチレバー201は試料202の凹凸に従って変位するようになっており、この変位量は、カンチレバー201の背面に設けられている光反射膜203に光源204からの光をレンズ205を介して照射し、その反射光を変位検出系206で光学的に処理することにより検出されるようになっている。そして、反射光の強度を十分得るために、光反射膜203は通常カンチレバー背面全面に成膜されている。

**【0008】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、AFMカンチレバーにおいては、カンチレバー部を形成したときに該カンチレバー部が反らないように、カンチレバー形成

膜を成膜する際は、カンチレバー設計膜厚に合わせて、その膜応力が適性になるような条件で行う。そして、カンチレバー部上に光反射膜を形成する場合には、この反射膜の影響も考慮して、上記カンチレバー膜を形成するための成膜条件を決めなければならない。しかし、光反射膜の成膜膜厚が変動するとカンチレバー部が反ってしまうし、光反射膜の設計膜厚を変更しようとする、カンチレバー形成膜の成膜条件も変更しなければならなくなるという問題がある。

【0009】更に、光反射膜を形成したカンチレバー部は、光反射膜とカンチレバー形成膜との2層構造となっているため、AFM測定中レーザー光がカンチレバー部背面に照射され続けると、その熱の影響を受け、熱膨張係数差によりカンチレバー部が反ってしまうという問題点もある。

【0010】また、AFMカンチレバーに形成されている探針部の材質としては、AFM測定試料や測定方法に対応して、最適なものを選択すべきであるが、前記のような製造方法を用いた場合には、探針部の型となるレプリカ穴を形成したシリコン基板を最終的にエッチング除去する際、探針部がエッチング液にさらされるため、このエッチング液に探針部の形成材料が耐えるものでなければならない。したがって、探針部の形成材料として選択できる材質の種類は、ごく限られたものになってしまうという問題点がある。

【0011】更にまた、探針部と測定試料とを離して測定する非接触のAFM測定においては、カンチレバー部を振動させながら試料に近づけ、その共振周波数の変化から探針部が試料から受ける力を求めている。そして、一般にカンチレバー部を振動させるため、カンチレバー支持部をピエゾ振動子等に接続し、これにより支持部を振動させることによって、間接的にカンチレバー部を振動させている。一方、カンチレバー部の自由端近傍に磁性体を設け、外部磁場を制御することによりカンチレバー部を直接振動させて上記のような測定を行うことにより、測定感度を高めようとする手法が開発されている。このような目的に用いるAFMカンチレバーを作製するためには、従来用いているカンチレバーを作製した後、微小な開口部をもつ治具をカンチレバー部の自由端近傍に合わせた後、磁性体をスパッタすることによって行う。しかし、治具の開口部をカンチレバー部上の特定位置に合わせることは極めて困難であり、また量産性にも乏しいという問題点がある。

【0012】本発明は、従来のAFMカンチレバーにおける上記問題点を解消するためになされたもので、請求項1記載の発明は、光反射膜をカンチレバー部の背面に形成したAFMカンチレバーにおいて、光反射膜の膜厚変動があってもカンチレバー部が反らず、またAFM測定中レーザー光を照射し続けてもカンチレバー部が反らないようにする構成を提供することを目的とする。また

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明の目的に加え、探針部に用いる材料選択の幅を広げられるようにする構成を提供することを目的とする。また請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明の目的に加え、外部磁場を制御することによりカンチレバー部を直接振動させて測定を行えるようにしたAFMカンチレバーにおいて、カンチレバー部の自由端近傍への磁性体の配設を容易にする構成を提供することを目的とする。また請求項4記載の発明は、請求項1～3記載の発明におけるAFMカンチレバーにおいて、特性の良好な光反射膜を容易に形成することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、請求項1記載の発明は、支持部より伸びたカンチレバー部の自由端近傍に探針部を備えと共に、該カンチレバー部の自由端近傍に光反射膜を局所的に形成してAFMカンチレバーを構成するものである。このように構成することにより、光反射膜の膜応力のカンチレバー部への影響は小さくなり、したがって光反射膜の膜厚が変動してもカンチレバー部の反りに影響がなくなる。またAFM測定中に光反射膜にレーザー光を照射し続けても、カンチレバー部の形成膜と光反射膜との2層構造部分は局所的なため、カンチレバー部全体が反ることはなくなる。

【0014】請求項2記載の発明は、請求項1記載のAFMカンチレバーにおいて、前記局所的に形成される光反射膜は、前記カンチレバー部の自由端近傍に設けられている前記探針部の底部裏面を覆うように設けることを特徴とするものである。このように構成することにより、カンチレバー部を形成するために基板をエッチング除去する際に、探針部をエッチング液に露出しないようにすることができ、したがって、探針部の形成材料の選択の幅を広げることができる。また光反射膜で探針部の保護ができるので、基板のエッチング除去工程の事前に余分な保護膜形成工程を設ける必要がなくなり、安価に特殊な部材で構成された探針部をもつAFMカンチレバーを実現することができる。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項1記載のAFMカンチレバーにおいて、前記カンチレバー部の自由端近傍に磁性体膜を局所的に形成し、該磁性体膜を覆うように前記光反射膜を形成することを特徴とするものである。このように構成することにより、磁性体膜は光反射膜により保護された構造となり、したがってカンチレバー部上に磁性体膜を形成する工程を、カンチレバー部を形成するための基板のエッチング除去工程前に行うことが可能となり、フォトリソグラフィ技術を用いて精度よく容易にカンチレバー部上の指定領域に磁性体膜を形成することができる。

【0016】請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載のAFMカンチレバーにおいて、前記

光反射膜を、リフトオフ法により形成されたクロム上に金を積層した積層膜で構成するものである。このように光反射膜としてクロム上に金を積層した積層膜を用いることにより、カンチレバー部を形成するための基板のエッチング除去時に、KOH等の薬液に耐えさせることができ、また下地にクロムを用いているため密着性が向上し、剥離を防止することができる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】次に、実施の形態について説明する。図1は、本発明に係るAFMカンチレバーの第1の実施の形態の構成を示す図で、図1の(A)はその横断面図で、図1の(B)はその上面図である。図において、1はカンチレバー部、2は該カンチレバー部1の自由端の近傍に設けられた探針部、3は前記カンチレバー部1の基部に設けられた支持部であり、カンチレバー部1及び探針部2は、いずれも例えば窒化シリコン膜で形成されており、支持部3は例えばガラスで形成されている。そして、カンチレバー部1の自由端近傍において、探針部2の先端の延びる方向とは反対側の面上に、光反射膜4が局所的に形成されている。この光反射膜4は、例えばクロム上に金を積層した多層膜で形成されている。

【0018】次に、このように構成された第1の実施の形態に係るAFMカンチレバーの製法を、図2の(A)～(E)に示す製造工程図を用いて説明する。まず、従来技術で説明した方法と全く同様に、面方位(100)のシリコン基板11を用意し、該基板11にKOH等を用いた湿式異方性エッチングを施すことにより、図2の(A)に示すように、該シリコン基板11に探針部の型となる四角錐状のレプリカ穴12を形成する。次に、図2の(B)に示すように、レプリカ穴12を形成したシリコン基板11上にカンチレバー部の母材料となる窒化シリコン膜13を堆積し、該窒化シリコン膜13をカンチレバーパターン状にエッチングすることにより、図2の(C)に示すように、探針部14を一端に一体的に備えたカンチレバー部15を形成する。

【0019】次に、カンチレバー部15の先端近傍に、光反射膜16を形成する。この光反射膜16は、例えばクロム上に金を積層した多層膜構造で形成されている。この光反射膜16の形成方法としては、光反射膜を形成すべき所定個所に開口部をもつ、例えばフォトレジストのような犠牲膜を形成した後、光反射膜部材を成膜し、その後犠牲膜を剥離して所定個所にのみ選択的に光反射膜を形成する、いわゆるリフトオフ法を用いて形成する。次いで、前記カンチレバー部15の探針部14とは反対側の所定領域に、図2の(D)に示すように、パイレックスガラスからなる支持部17を陽極接合する。最後に、シリコン基板11をエッチング除去することにより、図2の(E)に示すように、探針部14、カンチレバー部15、支持部17、光反射膜16からなるAFMカンチレバー10を得ること

とができる。

【0020】なお、本実施の形態においては、探針部14及びカンチレバー部15を窒化シリコンで形成したものを示したが、これらは他の材料で作製しても全く支障はない。また、光反射膜16としてはクロム上に金を積層した多層膜を用いたものを示したが、一般にシリコン基板のエッチングに用いる強アルカリエッチング液に耐性のある材料で、なお且つ反射率の高いものであれば、どのような材料を用いても構わない。例えば、上記クロムと金の多層膜の他には、Ti, Mo, W, Co, Ni, Pt, Ag等が考えられる。また、高精度で任意の材料を選択できるため、光反射膜はリフトオフ法でパターン形成するようにした例を示したが、他の形成方法を用いても勿論構わない。更に、シリコン基板に設ける探針部形成用のレプリカ穴は湿式エッチング法を用いて形成したものを示したが、ガスを用いたドライエッチング法など、他の手法を用いて形成しても勿論構わない。

【0021】次に、第2の実施の形態を図3に基づいて説明する。この実施の形態は、図3に示すように、探針部21をカンチレバー部22と別材料で構成したもので、探針部21の底部に対応するカンチレバー部22の背面に、探針部21の底面を覆うように光反射膜24を設けて形成している。なお、図3において、23はカンチレバー部22の基部に設けた支持部である。

【0022】次に、第2の実施の形態に係るAFMカンチレバーの製法を、図4の(A)～(E)に示す製造工程図を用いて説明する。まず、図4の(A)に示すように、面方位(100)のシリコン基板31の表面にカンチレバー部を形成する窒化シリコン膜32を形成し、探針部を形成すべき所定の箇所に開口部33を設ける。次に、KOH等を用いた湿式異方性エッチングを施すことにより、図4の(B)に示すように、シリコン基板31に探針部の型となる四角錐状のレプリカ穴34を形成し、更にシリコン基板31を熱酸化処理することにより、レプリカ穴34の表面に酸化膜35を形成する。この酸化膜35を形成することにより、探針部の先端をより尖鋭化させることができると共に、シリコン基板31のエッチングによる除去時に、探針部の先端がエッチング液にさらされるのを防ぐことが可能となる。

【0023】次に、全面に探針部の母材料を堆積し選択エッチングすることにより、図4の(C)に示すように、表面に酸化膜35を形成したレプリカ穴34に探針部母材料を残して、探針部36を形成すると共に、窒化シリコン膜32をカンチレバーパターン状にエッチングしてカンチレバー部37を形成する。次に、第1の実施の形態と同様に、図4の(D)に示すように、光反射膜38をカンチレバー部37の先端近傍に、探針部36の底部を完全に覆うように形成する。そして、カンチレバー部37上の所定領域に、パイレックスガラスからなる支持部39を陽極接合する。最後に、シリコン基板31をエッチング除去し、更

に探針部36の周りに残されている酸化膜35をエッチング除去することにより、カンチレバー部37とは異なる材料で構成された探針部36、カンチレバー部37、支持部39、光反射膜38からなるAFMカンチレバー30が得られる。

【0024】このような第2の実施の形態の構成を用いることにより、探針部36はシリコン基板31をエッチング除去する際にエッチング液にさらされることはないの、探針部36の形成材料の選択の幅を広げることができ、例えば、探針部材料として、従来の構成では不可能なアルミニウム等を用いることが可能となる。

【0025】次に、第3の実施の形態を図5に基づいて説明する。この実施の形態は、図1あるいは図3に示した第1あるいは第2の実施の形態で示した構成のAFMカンチレバーにおいて、カンチレバー部41の自由端近傍に磁性体膜44を局部的に形成し、この磁性体膜44を覆うように光反射膜45を形成して構成したものである。なお、図5において、42は探針部、43は支持部である。

【0026】次に、第3の実施の形態に係るAFMカンチレバーの製法を、図6の(A)～(C)に示す製造工程図を用いて説明する。まず、図6の(A)に示すように、第1の実施の形態に示したと同様にして、探針部の型となる四角錐状のレプリカ穴52を形成したシリコン基板51上に、探針部及びカンチレバー部の母材料となる窒化シリコン膜を堆積し、これをカンチレバーパターン状にエッチングすることにより、一端に探針部53を一体的に形成したカンチレバー部54を形成する。次に図6の(B)に示すように、磁性体膜55をカンチレバー部54の自由端近傍の所定の位置に選択的に成膜し、更にこの磁性体膜55を完全に覆うように光反射膜56を形成する。次いで、図6の(C)に示すように、カンチレバー部54上の所定領域にパイレックスガラスよりなる支持部57を陽極接合し、更にシリコン基板51をエッチング除去することにより、カンチレバー部54の自由端近傍に磁性体膜55を備え、その表面が光反射膜56で覆われているAFMカンチレバー50が得られる。

【0027】

【発明の効果】以上実施の形態に基づいて説明したように、本発明によれば、光反射膜をカンチレバー部の自由端近傍に局部的に配設しているので、光反射膜成膜時の膜厚変動や測定中の熱変動によるカンチレバー部の反りがなくなり、AFMカンチレバーの製品安定性やAFM測定安定性を向上させることができる。また、光反射膜で探針部の底部裏面や磁性体膜を覆うことにより、探針部の形成材料の選択幅を拡大させて多用な測定を可能にしたり、磁性体膜を容易に精度よく形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るAFMカンチレバーの第1の実施の形態を示す横断面図及び上面図である。

【図2】図1に示した第1の実施の形態に係るAFMカ

ンチレバーの製造方法を説明するための製造工程図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態を示す横断面図である。

【図4】図3に示した第2の実施の形態に係るAFMカンチレバーの製造方法を説明するための製造工程図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態を示す横断面図である。

【図6】図5に示した第3の実施の形態に係るAFMカンチレバーの製造方法を説明するための製造工程図である。

【図7】従来のAFMカンチレバーの製造方法を説明するための製造工程図である。

【図8】一般的なAFM装置の概略構成を示す図である。

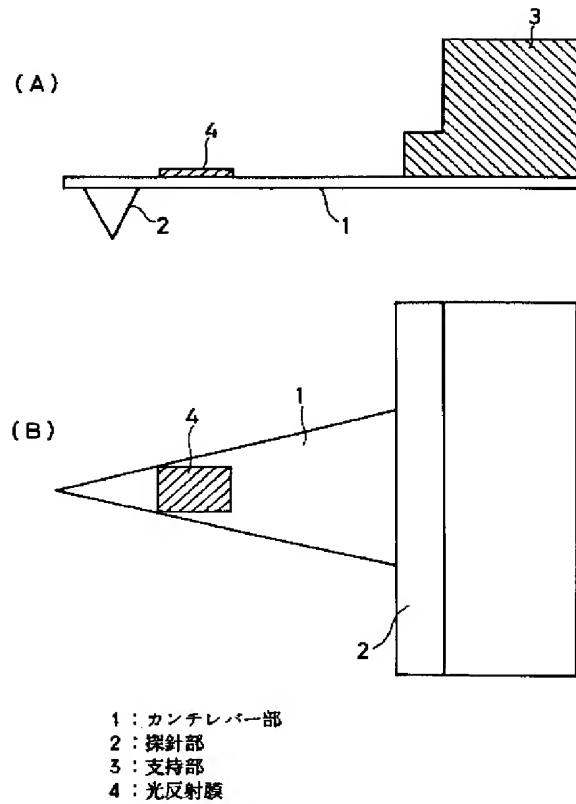
【符号の説明】

- 1 カンチレバー部
- 2 探針部
- 3 支持部
- 4 光反射膜
- 10 AFMカンチレバー
- 11 シリコン基板
- 12 レプリカ穴
- 13 窒化シリコン膜
- 14 探針部
- 15 カンチレバー部
- 16 光反射膜
- 17 支持部
- 21 探針部
- 22 カンチレバー部
- 23 支持部
- 24 光反射膜
- 30 AFMカンチレバー
- 31 シリコン基板
- 32 窒化シリコン膜
- 33 開口部
- 34 レプリカ穴
- 35 酸化膜
- 36 探針部
- 37 カンチレバー部
- 38 光反射膜
- 39 支持部
- 41 カンチレバー部
- 42 探針部
- 43 支持部
- 44 磁性体膜
- 45 光反射膜
- 50 AFMカンチレバー
- 51 シリコン基板

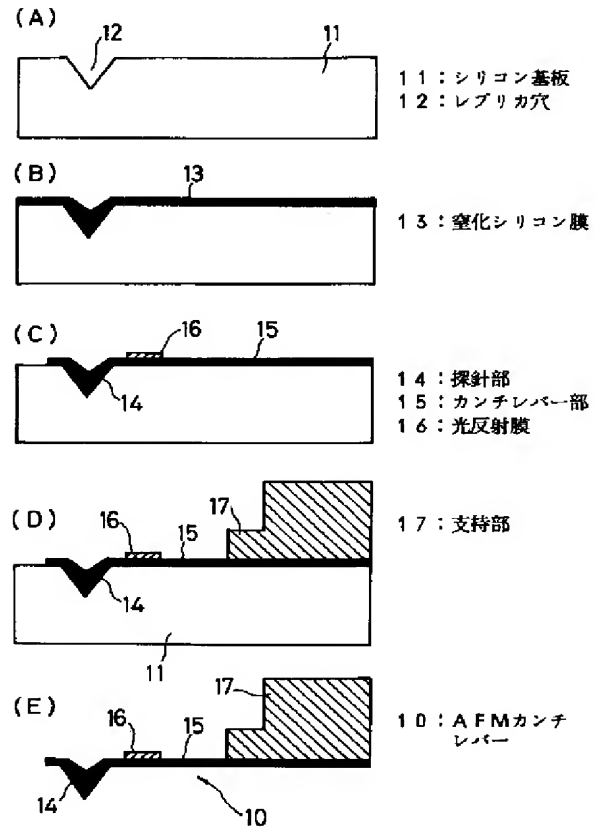
52 レプリカ穴  
53 探針部  
54 カンチレバー部

55 磁性体膜  
56 光反射膜  
57 支持部

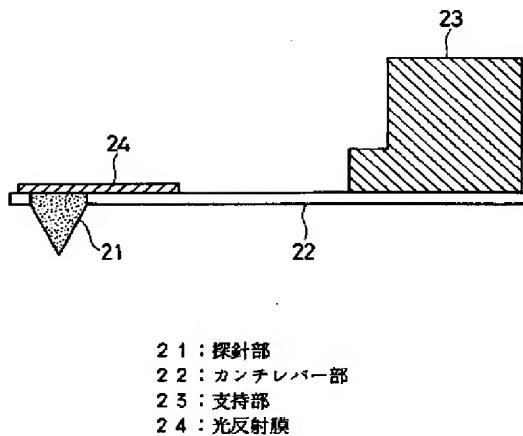
【図1】



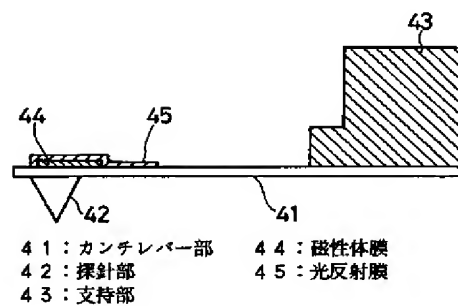
【図2】



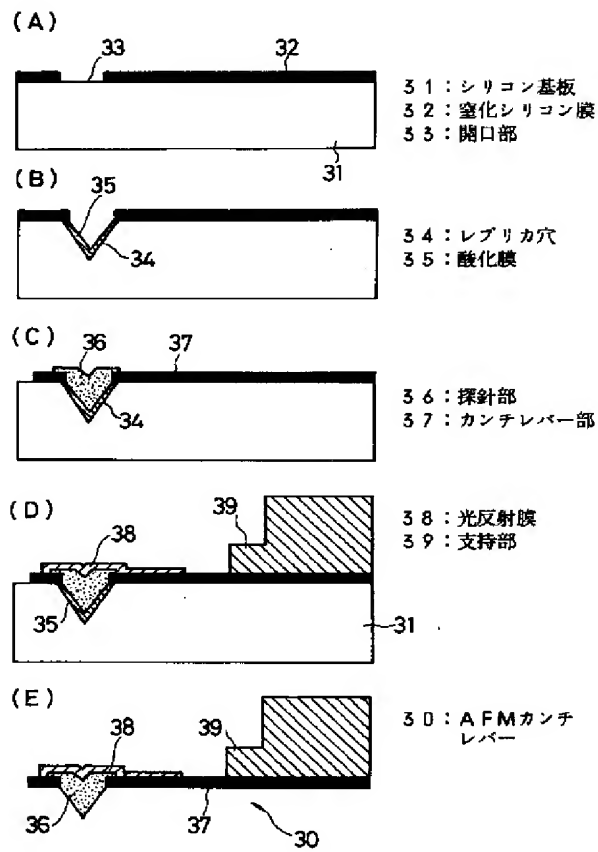
【図3】



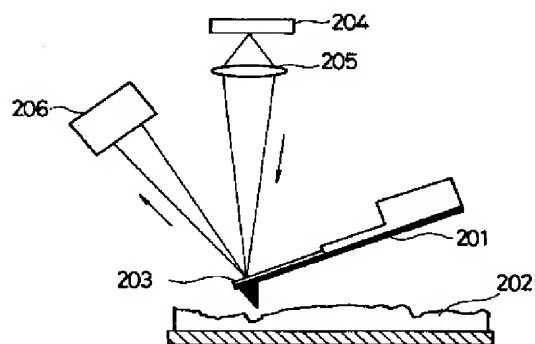
【図5】



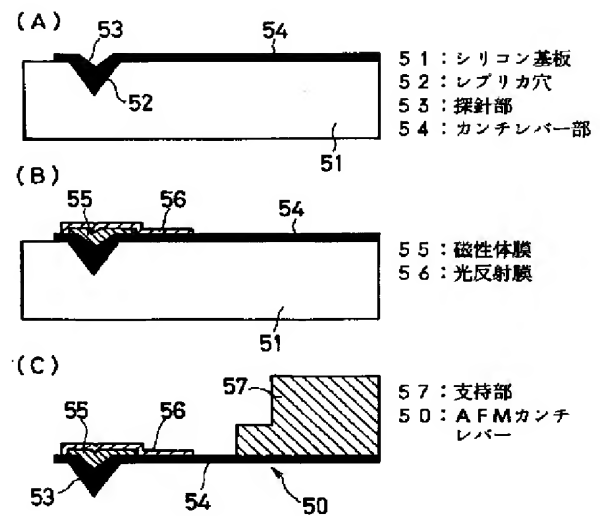
【図4】



【図8】



【図6】



【図7】

